Journal of Agricultural Machinery

Homepage: https://jame.um.ac.ir

Research Article
Vol. 12, No. 3, Fall 2022, p. 265-280

Evaluation of Different Methods of Sugarcane Hilling Up in Two Soil Textures and Three Forward Speeds

N. Monjezi[1*], M. Soleymani[1]

1- Assistant Professor, Biosystems Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
(*- Corressponding Author Email: n.monjezi@scu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jam.2021.58678.0

Received: 01-07-2020 Revised: 15-11-2020 Accepted: 18-01-2021 Available Online: 18-01-2021	**How to cite this article:** Monjezi, N., and M. Soleymani. 2022. Evaluation of Different Methods of Sugarcane Hilling Up in Two Soil Textures and Three Forward Speeds. Journal of Agricultural Machinery 12 (3): 265-280. (In Persian). DOI: 10.22067/jam.2021.58678.0

Introduction

Sugarcane cultivation in Khuzestan province is in the form of planting in-furrow. Due to the fact that in a machine harvesting, the reaper is not able to fully harvest the straw in the furrow, in the planting in-furrow method, it is necessary to transfer the rows of straw to the stack. So one of the measures at the time was hilling up operations or stacking reeds planted in the furrow. Therefore, due to the salinity of irrigation water and high groundwater levels, which have increased the salinity of sugarcane fields in Khuzestan province, planting this product in summer to protect the seedlings against salinity is mandatory in the furrow. On one hand, due to the difficulty of harvesting operations in the furrow during the harvest season, and on the other hand, because of the reduction of waste during harvesting, the plant needs to be located on the ridge. Therefore, in sugarcane fields, when the seedlings are established and grown, the furrow and ridges are replaced, and to perform this operation special machines are required. According to the study, so far there has been no scientific and reasoned report on the study and evaluation of different types of hilling up devices and different speeds in sugarcane cultivation, and the use of machines in sugarcane cultivation and industry is based solely on objective observations. Therefore, in this study, three different types of devices have been evaluated in two soil textures and three different forward speeds as a step towards choosing the best type of machine and optimal speed of hilling up operations in sugarcane cultivation.

Materials and Methods

The purpose of this study was to evaluate three different methods of sugarcane hilling up in two soil textures and three different forward speeds. Research treatments include: soil texture (clay loam and silty clay loam), hilling up methods (6-shanks subsoil + 10-shanks subsoil, 8-shanks subsoil + hilling up device No. 1 and 8-shanks subsoil + hilling up device No. 2), and forward speeds (5, 6, and 7 kilometers per hour). Design of a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications in Amirkabir field 208 (ALC 200 field 8) with clay loam texture and cultivar CP69-1062 and farm ARC14-22 with silty clay loam texture and cultivar CP69-1062, 15% moisture, and first-year cultivation was performed. The test plot includes 108 furrows. The area of each plot was two furrows. The length of each furrow was 250 meters (equal to the length of the sugarcane rows). To avoid affecting the interactions of the treatments, a distance was given between the treatments. The farms being tested were newly cultivated farms. The surface of the farm was furrowed and ridged. Care was taken in selecting the farm so that the humidity was similar in its different sections. After setting the right time for the hilling up and before starting the operation, soil sampling is required to determine the soil cone index and soil moisture. The physical properties of this study include Mean Weight Diameter (MWD), bulk density, soil surface uniformity, soil water permeability, and furrow depth (stack height). Analysis of variance and Duncan test were used to compare the treatments using SAS 9.4 software.

Results and Discussion

The results showed that there was a significant difference between soil Mean Weight Diameter, bulk density, soil surface uniformity, and soil water permeability in soil texture treatments, type of hilling up machine, and forward speed. Furrow depth index (stack height) was significantly different in treatments of type of machine and forward speed but not in soil texture treatments. The comparison of means showed that the whole loam texture treatment had 6-shanks + 10-shanks at a speed of 7 km h^{-1} with the smallest mean weight diameter (16.06 mm). The use of 6-shanks subsoil + 10-shanks subsoil in hilling up in whole texture and speed of 5 km h^{-1} significantly reduced soil bulk density. The lowest coefficient of variation of soil surface uniformity was

obtained with 8-shanks subsoil + hilling up device No. 1 in clay loam texture and 7 km h^{-1} forward speed. The highest rate of water permeability in the soil was obtained after the hilling up operation with 6-shanks subsoil + 10-shanks subsoil in a total texture of 2.32 cm h^{-1}. Furrow depth index (stack height) was also within the acceptable range (10-15 cm) in all treatments. But in addition to height, the appearance of the ridges is also important. In the treatment of 6-shanks + 10-shanks in plant stacking and embankment operations, sometimes in fields, there are parts where this operation is not done well and the machine is not capable enough and is in the middle of the created ridges. Harvesting operations do not cause proper reed flooring. Therefore, to solve this problem, it is necessary to perform the hilling up operation at the appropriate speed and humidity so that the soil is well placed on the rows of reeds and the proper appearance of the ridge is maintained.

Conclusion

In this study, three different types of devices have been evaluated in two soil textures and three different forward speeds as a step towards choosing the best type of machine and optimal speed of hilling up operations in sugarcane cultivation. The physical properties of the soil, including the soil Mean Weight Diameter, bulk density, soil surface uniformity, soil water permeability, and the size of the furrow depth (ridge height) were measured, and the best treatments were identified. Considering the importance of hilling up operations in sugarcane cultivation and to complete the results of this experiment, the following items that could not be studied in this study are suggested. The effect of using different methods on hilling up should be investigated on the yield of sugarcane. The effect of using different devices on hilling up in terms of tensile strength, work efficiency, and time required to do the work, fuel consumption, cost of timely work, and maintenance costs in operations on sugarcane hilling up should be investigated.

Keywords: Bulk density, Hilling up, Soil mean weight diameter, Soil surface uniformity, Soil water permeability, Sugarcane

نشریه ماشین‌های کشاورزی
https://jame.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۲، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص ۲۸۰-۲۶۵

ارزیابی روش‌های مختلف به روی پشته بردن نیشکر در دو بافت خاک و سه سرعت پیش‌روی

نسیم منجزی[1*]، محسن سلیمانی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۹

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی سه روش مختلف به روی پشته بردن نیشکر در دو بافت خاک و سه سرعت پیش‌روی متفاوت انجام شد. تیمارهای تحقیق عبارتند از: بافت خاک (رسی‌لومی و سیلتی‌رسی‌لومی)، روش‌های به روی پشته بردن (زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه، زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۱ و زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۲) و سرعت‌های پیش‌روی ماشین (۵، ۶ و ۷ کیلومتر بر ساعت). طرح آزمایشی در قالب آزمایش اسپلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی کشت و صنعت امیرکبیر استان خوزستان انجام شد. خصوصیات فیزیکی مورد نظر در این تحقیق شامل، قطر متوسط کلوخه‌ها، وزن مخصوص ظاهری، یکنواختی سطح خاک، نفوذپذیری آب در خاک و اندازه عمق جوی (ارتفاع پشته) بود. برای مقایسه تیمارها از تجزیه واریانس و آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده شد. نتایج نشان داد قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها و نفوذپذیری آب در خاک در تیمارهای بافت خاک، نوع ماشین و سرعت پیش‌روی دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشند. شاخص‌های جرم مخصوص ظاهری خاک و یکنواختی سطح خاک در تیمار بافت خاک در سطح ۵ درصد و در تیمارهای نوع ماشین و سرعت پیش‌روی در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد تیمار بافت رسی‌لومی، زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در سرعت ۷ کیلومتر بر ساعت کوچک‌ترین قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها (۱۶/۰۶ میلی‌متر) را به‌خود اختصاص داده است. استفاده از زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در عملیات به روی پشته بردن در بافت رسی‌لومی و سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت، جرم مخصوص ظاهری خاک را نیز به‌صورت معنی‌داری در سطح ۵ درصد کاهش می‌دهد. کمترین ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک مزرعه در تیمار عملیات به روی پشته بردن با زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۱ در بافت رسی‌لومی و سرعت پیش‌روی ۷ کیلومتر بر ساعت به‌دست آمد (۱۷/۰۶ درصد). بیشترین سرعت نفوذپذیری آب در خاک پس از عملیات به روی پشته بردن با زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در بافت رسی‌لومی ۲/۳۲ سانتی‌متر بر ساعت به‌دست آمد. شاخص اندازه عمق جوی (ارتفاع پشته) نیز در همه‌ی تیمارهای اندازه‌گیری شده در محدوده‌ی قابل قبول (۱۰-۱۵ سانتی‌متر) بود.

واژه‌های کلیدی: به روی پشته بردن، قطر متوسط کلوخه‌ها، نفوذپذیری آب در خاک، نیشکر، وزن مخصوص ظاهری، یکنواختی سطح خاک

مقدمه

کشت نیشکر به شکل «کاشت در کف جوی» انجام می شود. با توجه به این واقعیت که در برداشت ماشینی، دروگر توانایی برداشت کامل نی در کف جوی را ندارد، در روش «کاشت در کف جوی» لازم است ردیف‌های نی به روی پشته منتقل شوند. طی عملیات موسوم به «روی پشته بردن نیشکر[2]»، جای پشته و جوی عوض می‌شود و ردیف‌های نی از کف جوی به روی پشته انتقال می‌یابند. چنین عملیاتی در زراعت‌های دیگری مثل سیب‌زمینی نیز دیده می‌شود (Gutema, 2016; Sakadzo *et al.*, 2019). به لحاظ این‌که پنجه‌زنی نیشکر معمولاً در نزدیکی سطح خاک انجام می‌شود و ریشه‌ی این پنجه‌ها به سطح خاک نزدیک‌تر و در عین حال، فضای کمتری جهت تغذیه و فعالیت خواهند داشت، عملیات خاک‌دهی پای بوته شرایط مناسبی را برای پنجه‌ها و استقرار و رشد بهتر آن‌ها فراهم می‌کند (Mhungu and Chiteka, 2010). به‌طور کلی، اهدافی را که می‌توان برای عملیات به روی پشته بردن ذکر نمود، عبارتند از: پوشش مناسب ریشه‌های سطحی نیشکر به‌ویژه ریشه پنجه‌ها، ممانعت از رویش پنجه‌های دیر موقع و پنجه‌زنی مازاد نیشکر، فراهم نمودن حجم خاک کافی جهت توسعه‌ی ریشه‌ها، کمک به تهویه خاک، کمک به استقرار بهتر ساقه اصلی و پنجه‌های اولیه، کاهش

۱- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

(*- نویسنده مسئول: Email: n.monjezi@scu.ac.ir)

DOI: 10.22067/jam.2021.58678.0

2- Hilling up

احتمال وقوع خوابیدگی ساقه نیشکر، کنترل علف‌های هرز و برخی آفات مهاجم و در نتیجه کاهش مصرف سموم، هرس ریشه‌های مسن نیشکر و امکان کاربرد کودهای سرک، مواد اصلاح‌کننده خاک و یا آفت‌کش‌ها توأم با انجام عملیات (Ahmad *et al.*, 2015; Rainaand Singh, 2018; Shrinivasa *et al.*, 2017).

در عملیات به روی پشته بردن، خاک‌برداری زیاد از جوی و مرتفع شدن پشته‌ها باعث افزایش مصرف آب و نیز عدم دسترسی مناسب ریشه به منبع رطوبتی می‌شود. همچنین خاک‌برداری کم از کف جو، باعث عدم پوشش مناسب پای بوته‌ها، عدم نائل شدن به همه مزایای عملیات به روی پشته بردن و مشکلاتی در مدیریت آبیاری مزرعه می‌گردد (Patil *et al.*, 2018). مطالعات نشان داده است که اجرای صحیح عملیات به روی پشته بردن در کشور نیشکرخیز هند تا بیش از ۵ درصد در افزایش محصول مؤثر بوده است (Dev *et al.*, 2011). رضایی و زارعی (Rezaei and Zarei, 2013) در تحقیق به مقایسه کاربرد علف‌کش شیمیایی و روش‌های رایج مبارزه‌ی پیش‌رویشی با علف‌هرز پنیرک در مزارع کشت جدید نیشکر پرداختند. نتایج نشان داد بعد از تیمار کابرد علف‌کش شیمیایی، تیمار به روی پشته بردن در کنترل علف‌هرز پنیرک نقش مؤثری دارد. احمدپور و همکاران (Ahmadpour *et al.*, 2010) به بررسی تلفیقی عملیات به روی پشته بردن و کولتیواسیون با سمپاشی نواری در کنترل علف‌های هرز مزارع نیشکر پرداختند. نتایج نشان داد که در بین روش‌های مکانیکی، تیمار به روی پشته بردن توانست علف‌های هرز را تا ۷۵ درصد شاهد بدون سمپاشی کنترل کند. عبداللهی لرستانی و همکاران (Abdullahi Lorestani *et al.*, 2012) به بررسی امکان استفاده از عملیات به روی پشته بردن در مدیریت علف‌های هرز مزارع نیشکر پرداختند. نتایج اجرای عملیات پشته‌سازی نشان داد که تیمار به روی پشته بردن با میانگین وزن کل خشک ۳/۹۶ گرم بر متر مربع در مقایسه با شاهد در مهار علف‌های هرز تا ۹۳/۷ درصد مؤثرتر بود. همچنین، در تایلند برای کنترل پس‌رویشی علف‌های هرز از عملیات به روی پشته بردن استفاده شد. این عملیات باعث افزایش محصول نیشکر به میزان حداقل ۷۰ درصد نسبت به تیمار وجین دستی شد. به طوری که در بررسی انجام شده، میزان عملکرد در تیمارهای وجین دستی ۵۱/۲ تن در هکتار و در تیمار کنترل تلفیقی ۹۵/۶ تن در هکتار بود (Suwanarak, 1990). مادو و همکاران (Madhu *et al.*, 2017) در تحقیقی به بررسی اثر عملیات به روی پشته بردن بر افزایش عملکرد محصول نیشکر در کشور هند پرداختند. نتایج نشان داد که انجام عملیات به روی پشته بردن سبب افزایش عملکرد محصول نیشکر تا ۹۵/۷۹ تن در هکتار شده است. همچنین تاکنون تحقیقاتی زیادی در زمینه‌ی استفاده از عملیات به روی پشته بردن به‌منظور کنترل آفات و علف‌های هرز محصولات ریشه‌ای صورت گرفته است، از آن جمله می‌توان مطالعه حسینی و همکاران (Hossain *et al.*, 2000) در زمینه‌ی کنترل آفت شپشک در سیب‌زمینی شیرین و کنترل علف‌های هرز در تولید محصول سیب‌زمینی (Gutema, 2016) را نام برد. از طرفی تأثیر عملیات به روی پشته بردن بر افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نیز اثبات شده است. از جمله می‌توان به تأثیر این عملیات در افزایش عملکرد محصول سیب‌زمینی (Dagne, 2015; Hossain, 2014; Svubure *et al.*, 2015)، بادام زمینی (Ahmad *et al.*, 2015; Fleissner, 2001; Ouedraogo *et al.*, 2012) و نیشکر (Singh *et al.*, 2019) اشاره کرد.

بنابراین با توجه به شوری آب آبیاری و بالا بودن آب‌های زیرزمینی که سبب افزایش شوری خاک مزارع نیشکر در استان خوزستان شده است، کاشت این محصول در فصل تابستان برای حفاظت گیاهچه در برابر شوری، در درون جوی الزامی است. از طرفی در فصل برداشت به‌دلیل سختی انجام عملیات برداشت در درون جوی و از طرفی کاهش ضایعات در هنگام برداشت، نیاز است که گیاه بر روی پشته مستقر باشد. بنابراین در مزارع نیشکر زمانی که گیاهچه استقرار یافت و رشد نمود، جای جوی و پشته تعویض می‌گردد. برای انجام این عملیات نیاز به ماشین‌های مخصوص می‌باشد. با توجه به بررسی انجام شده تاکنون گزارش علمی و مستدلی در زمینه‌ی بررسی و ارزیابی انواع دستگاه‌های به روی پشته بردن و سرعت‌های متفاوت انجام عملیات کاری در زراعت نیشکر در استان خوزستان انجام نشده است و کاربرد ماشین‌ها در کشت و صنعت‌های نیشکر صرفاً بر اساس مشاهدات عینی می‌باشد. بنابراین، در این مطالعه به ارزیابی سه نوع دستگاه متفاوت در دو بافت خاک و سه سرعت پیش‌روی مختلف پرداخته شده است تا گامی در جهت انتخاب بهترین نوع ماشین و سرعت بهینه‌ی انجام عملیات به روی پشته بردن در زراعت نیشکر باشد.

مواد و روش‌ها

موقعیت محل اجرای تحقیق

این تحقیق در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در شرکت کشت و صنعت امیرکبیر یکی از واحدهای هفت‌گانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان اجرا شد. این کشت و صنعت در ۴۵ کیلومتری جنوب اهواز و در غرب رودخانه کارون و شرق جاده اهواز به خرمشهر و در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۰ دقیقه قرار گرفته است و حداکثر ارتفاع از سطح دریا حدود ۷ متر می‌باشد. این واحد دارای ۴۸۰ مزرعه ۲۵/۵ هکتاری است. مزارع شرکت دارای طول ۱۰۰۰ متر و عرض ۲۵۰ متر می‌باشند.

اصول اجرای عملیات به روی پشته بردن نیشکر

عملیات به روی پشته بردن نیشکر در این تحقیق، به سه روش ارزیابی شد. روش اول شامل دو مرحله، عملیات تخریب پشته (زیرشکن ۶ شاخه، دو شاخه در ردیف جلو و چهار شاخه در ردیف عقب) (شکل ۱) و عملیات اصلی به روی پشته بردن (زیرشکن ۱۰ شاخه، چهار شاخه در ردیف جلو و شش شاخه در ردیف عقب) (شکل ۲) بود. با توجه به این‌که کار زیرشکن ۱۰ شاخه به‌صورت کاملاً سطحی است و هدف آن با زیرشکن ۶ شاخه متفاوت است، به همین دلیل، ساختمان شاخه‌های آن نیز متفاوت است. به‌طوری‌که این شاخه ها فاقد ناخن و دارای بالک های کوچکی است تا بتواند عملیات خُرد کردن کلوخ و پخش کردن خاک را به خوبی انجام دهد. روش دوم شامل، عملیات تخریب پشته (زیرشکن ۸ شاخه، این دستگاه دارای دو دسته شاخه چهارتایی در دو طرف یک شاسی است که فاصله ی داخلی بین دو دسته، ۱۱۰سانتی‌متر و فاصله ی بین هر شاخه در هر دسته ۲۳ سانتی‌متر است.) (شکل ۳) و عملیات اصلی به روی پشته بردن (دستگاه مخصوص به روی پشته بردن شماره یک) (شکل ۴) بود. دستگاه مخصوص به روی پشته بردن شماره یک شامل: شاسی (که از دو واحد تشکیل شده است)، سه شاخه (که در جلو یا پیشانی هر واحد قرار دارند)، صفحه‌ای جهت صاف کردن خاک در پشت شاخه‌ها، خیش دو طرفه در انتهای دستگاه به‌منظور ریختن خاک به پای بوته‌های نیشکر است. فاصله‌ی بین نوک خیش‌های دو واحد، ۱۸۳سانتی‌متر است. روش سوم نیز در دو مرحله، عملیات تخریب پشته (زیرشکن ۸ شاخه) و عملیات اصلی به روی پشته بردن (دستگاه مخصوص به روی پشته بردن نیشکر شماره دو) (شکل ۵) انجام شد. دستگاه مخصوص به روی پشته بردن شماره دو نیز از دو واحد تشکیل شده است. هر واحد شامل یک جوی و پشته‌ساز (خیش دو طرفه) و شش شاخه کوتاه با طراحی خاص است که در جلو هر واحد قرار دارند و وظیفه‌ی آن‌ها از بین بردن کلوخه‌ها و هموار کردن خاک و استقرار دستگاه در خاک است.



شکل ۱– زیرشکن ۶ شاخه
Fig.1. 6-shanks subsoil



شکل ۲– زیرشکن ۱۰ شاخه
Fig.2. 10-shanks subsoil



شکل ۳– زیرشکن ۸ شاخه
Fig.3. 8-shanks subsoil



شکل ٤– دستگاه مخصوص به روی پشته بردن نیشکر شماره یک
Fig.4. Hilling up device No. 1



شکل ۵- دستگاه مخصوص به روی پشته بردن نیشکر شماره دو
Fig.5. Hilling up device No. 2

روش اجرای طرح

به‌منظور مقایسه و ارزیابی روش‌های به روی پشته بردن نیشکر، با بررسی اثر سه روش متفاوت (زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه، زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۱ و زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۲) در سه سطح سرعت ۵، ۶ و ۷ کیلومتر بر ساعت و دو بافت مختلف (رسی‌لوم و سیلتی‌رسی‌لومی) روی برخی خواص فیزیکی خاک شامل قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، جرم مخصوص ظاهری، یکنواختی سطح خاک و نفوذپذیری آب و همچنین پارامترهای عمق جوی و ارتفاع پشته‌های تشکیل شده، در قالب آزمایش اسپلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی (بافت خاک (A_1: بافت رسی‌لومی، A_2: بافت سیلتی‌رسی‌لومی)، کرت اصلی؛ ترکیب ماشین‌های به روی پشته بردن (B) در سرعت‌های متفاوت (C)، کرت فرعی (BC)) و ۳ تکرار در اراضی کشت و صنعت امیرکبیر مزرعه ۲۰۸ (ALC ۲۰۰ مزرعه ۸ با بافت رسی‌لومی (۲۹/۲ درصد بافت غالب مزارع کشت و صنعت امیرکبیر) و رقم CP۶۹-۱۰۶۲ و مزرعه ۲۲-۱۴ ARC با بافت سیلتی‌رسی‌لومی (۲۱/۶ درصد بافت غالب مزارع کشت و صنعت امیرکبیر) و رقم CP۶۹-۱۰۶۲ اجرا شد. میزان شاخص مخروطی خاک قبل از اجرای طرح و انجام عملیات به روی پشته بردن، اندازه‌گیری شد.

تعداد کرت‌های آزمایش ۵۴ عدد بود. هر کرت شامل ۲ جوی بود. طول هر جوی ۲۵۰ متر (برابر طول ردیف‌های نیشکر) بود (فاصله‌ی دو ردیف نیشکر از یکدیگر ۱/۸۳ متر بود). مزارع مورد آزمایش مزرعه‌ی تازه کشت شده بودند. سطح مزرعه به‌صورت جوی و پشته بود. در انتخاب مزرعه دقت گردید تا رطوبت در نقاط مختلف آن مشابه باشد. پس از تعیین زمان مناسب به روی پشته بردن توسط اداره‌ی تهیه زمین شرکت کشت و صنعت امیرکبیر (ارتفاع نیشکر حدود ۲۵-۳۰ سانتی‌متر است و ارتفاع نی‌ها نه آن‌قدر بلند است که زیر چرخ‌های تراکتور بشکنند و نه آن‌قدر کوچک که زیر خاک مدفون شوند) و قبل از شروع عملیات، برای تعیین شاخص مخروطی خاک و رطوبت خاک نیاز به نمونه‌برداری از خاک است. با توجه به این‌که مسیر انجام عملیات به روی پشته بردن گیاه نیشکر بر روی پشته‌ها می‌باشد، نمونه‌برداری از هر تیمار بر روی پشته انجام گردید. برای نمونه‌گیری از کیت نمونه‌گیری استفاده گردید. حجم سیلندرهای نمونه‌گیر ۱۰۰ سی‌سی بود. نمونه‌برداری از خاک در سه عمق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی‌متری انجام شد. نمونه‌های تهیه شده در آزمایشگاه آب و خاک مدیریت مطالعات کاربردی شرکت کشت و صنعت امیرکبیر مورد ارزیابی قرار گرفتند. خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده در این تحقیق، عبارتند از:

۱- وزن مخصوص ظاهری خاک: برای تعیین میزان وزن مخصوص ظاهری خاک از حلقه‌های فلزی مخصوص جهت نمونه‌برداری استفاده شد. نمونه‌ها بعد از خشک‌شدن طی ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد وزن شده و وزن به‌دست آمده بر حجم استوانه که حجم نمونه محسوب شد، تقسیم گردید تا مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک در عمق مورد نظر به‌دست آید (Afzalinia and Ziaee, 2020):

$$BD = \frac{Ws}{V} \qquad (۱)$$

BD = وزن مخصوص ظاهری خاک ($gr.cm^{-3}$)، Ws= وزن خاک خشک (gr)، V= حجم کل خاک (cm^3).

۲- شاخص مخروطی خاک: میزان مقاومت نفوذی خاک به‌وسیله‌ی دستگاه نفوذسنج مخروطی الکترونیکی ساخت شرکت Eijkel kamp (ساخت کشور هلند) اندازه‌گیری گردید. شاخص نفوذ نصب شده روی نفوذسنج بر طبق استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا[1] به شماره S313.3 و EP542 انتخاب و مورد

1- American Society of Agricultural Engineering (ASAE)

استفاده قرار گرفت (Abbaspour Gilandeh and Shayegani Soltan pour; 2014).

۳- درصد رطوبت خاک مزرعه: سیلندرهای محتوی نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، توزین شد. پس از توزین، سیلندرها در آون به مدت ۲۴ ساعت با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد تا رطوبت خاک از بین برود. پس از خشک شدن خاک، سیلندرها دوباره توزین گردید و طبق رابطه (۲) رطوبت وزنی خاک بر حسب درصد تعیین شد (Aghilinategh *et al.*, 2019):

$$MC = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \qquad (۲)$$

MC = رطوبت وزنی خاک بر مبنای وزن خاک خشک (٪)، W_w = وزن خاک مرطوب (gr)، W_d = وزن خاک خشک (gr).

٤- قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها[1] (MWD): برای محاسبه قطر کلوخه‌ها از سری غربال‌های پنج‌تایی استفاده گردید. برای نمونه‌گیری از قاب ۵۰×۵۰ سانتی‌متر مربعی در سه نقطه تصادفی از هر تکرار و در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متر و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر و ۳۰-۴۵ سانتی‌متر استفاده شد. داده‌های به‌دست آمده به روش قطر متوسط وزنی تحلیل شدند (Adam, and Erbach, 1992).

٥- نفوذپذیری آب در خاک: به‌منظور اندازه‌گیری سرعت نفوذ آب در خاک که عامل مهمی در ذخیره‌سازی رطوبت و به‌موقع آماده‌شدن خاک می‌باشد، از روش استوانه‌های مضاعف استفاده گردید (Eskandari and Feiziasl, 2017).

٦- یکنواختی سطح خاک: جهت اندازه‌گیری همواری سطح خاک از آزمون یکنواختی سطح (پستی و بلندی) استفاده شد (Sedaghat Hosseini and Saebi Fard, 2006).

۷- اندازه عمق جوی (ارتفاع پشته): پس از عملیات به روی پشته بردن نیشکر، به‌وسیله‌ی متر عمق جوی (ارتفاع پشته‌ها) به‌طور تصادفی اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس طرح

محاسبات آماری داده‌های این طرح با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های اولیه خاک مورد مطالعه

پس از تعیین زمان مناسب عملیات به روی پشته بردن نیشکر توسط اداره تهیه زمین و قبل از شروع عملیات، بر اساس روش نمونه‌برداری، نمونه‌هایی از خاک مزرعه جهت تعیین خصوصیات اولیه خاک نمونه‌برداری شد. جدول ۱ خصوصیات اولیه خاک مورد مطالعه قبل از اعمال تیمارهای عملیات به روی پشته بردن نیشکر و سرعت پیش‌روی (میانگین تکرارهای آزمایش) را نشان می‌دهد. این نمونه‌برداری از این جهت انجام گرفت که همگن بودن شرایط آزمایش برای تیمارها رعایت گردد. نتایج بررسی نمونه‌های گرفته شده از مزارع مورد نظر نشان داد که خاک مورد مطالعه از یکنواختی خوبی برخوردار بوده و این مزارع جهت اجرای طرح مورد نظر مناسب می‌باشند.

بررسی اثر بافت خاک، نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک در عملیات به روی پشته بردن نیشکر

نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات این آزمایش در جدول ۲ آمده است. بر اساس این جدول، اثرات متقابل بافت خاک و نوع ماشین، نوع ماشین و سرعت پیش‌روی، بافت خاک و سرعت پیش‌روی و اثر متقابل بافت خاک، نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. اثر بلوک (تکرار) معنی‌دار نشده است که بدین معنی است که بین تکرارهای موجود در هر تیمار اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همچنین، اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است. اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک بعد از عملیات به روی پشته بردن نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است. اثر متقابل نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر اندازه‌ی عمق جوی (ارتفاع پشته) نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است. در ادامه، با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل به مقایسه میانگین این اثرات با استفاده از آزمون دانکن پرداخته شد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در شکل ۶ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل از این شکل، تیمار زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۲ در بافت خاک سیلتی‌رسی‌لومی (A2B3) دارای بزرگترین میانگین قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها (۲۱/۸۵ میلی‌متر) و تیمار زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در بافت رسی‌لومی (A1B1) دارای کوچکترین میانگین قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها (۱۵/۳۴ میلی‌متر) است. همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و سرعت پیش‌روی بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در شکل ۷ نمایش داده شده است.

1- Mean Weight Diameter (MWD)

جدول ۱- خصوصیات اولیه خاک مورد مطالعه قبل از اعمال تیمارهای آزمایش

Table 1- Preliminary characteristics of the studied soil before applying the test treatments

پارامترهای اندازه‌گیری شده **Measured parameters**	مقدار میانگین **Value of average**	واحد **Unit**
Cone index شاخص مخروطی خاک	1.4	MPa
Soil moisture رطوبت خاک	15	٪

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر بافت خاک، نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر متغیرهای تحقیق

Table 2- Results of variance analysis of soil texture, type of machine and the forward speed on the research variables

منابع تغییرات **Sources**	درجه آزادی **d.f.**	Mean of squares میانگین مربعات قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها **Mean Weight Diameter (MWD) (mm)**	جرم مخصوص ظاهری خاک **Bulk density ($gr.cm^{-3}$)**	ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک **Soil surface uniformity (%)**	نفوذپذیری آب در خاک **Soil water permeability ($cm.hr^{-1}$)**	اندازه عمق جوی (ارتفاع پشته) **Furrow depth (stack height) (cm)**
Replication تکرار (بلوک)	2	246.37 ns	18.52 ns	7.99 ns	0.36**	6.46 ns
Soil texture بافت خاک	1	9299.94**	40.72*	12.56*	0.26**	9.88 ns
خطای a	2	581.94	34.22	18.84	0.08	14.25
کرت‌های اصلی	5	2191.31	29.24	13.25	0.23	10.26
Type of machine نوع ماشین	2	7864.51**	54.53**	25.74**	0.16**	56.53**
Forward speed سرعت پیش‌روی	2	5151.05**	46.23**	38.27**	0.14**	38.22**
اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین Soil texture* Type of machine	2	3046.16**	27.61*	11.80*	0.11**	7.55 ns
اثر متقابل نوع ماشین و سرعت پیش‌روی Type of machine* Forward speed	4	1678.21**	19.36 ns	6.64 ns	0.09**	8.87*
اثر متقابل بافت خاک و سرعت پیش‌روی Soil texture* Forward speed	2	2927.07**	23.10 ns	8.53 ns	0.14**	5.04 ns
اثر متقابل بافت خاک، نوع ماشین و سرعت پیش‌روی Soil texture* Type of machine* Forward speed	4	804.66**	7.19 ns	1.38 ns	0.05 ns	3.63 ns
خطای bc	32	94.12	6.15	1.88	0.01	2.20
کرت‌های فرعی	48	1060.85	12.62	5.44	0.04	6.98

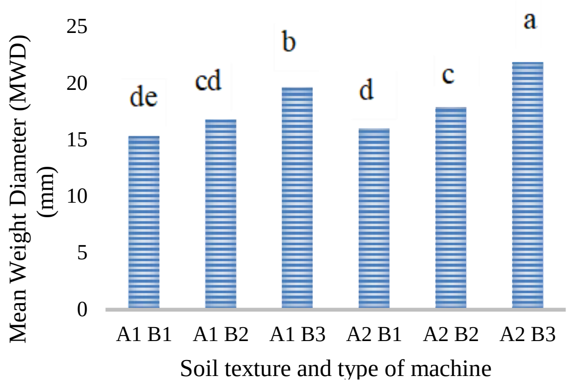
ns: None significant

**Significant at the probability level of 1%

ns: عدم وجود تفاوت معنی‌دار

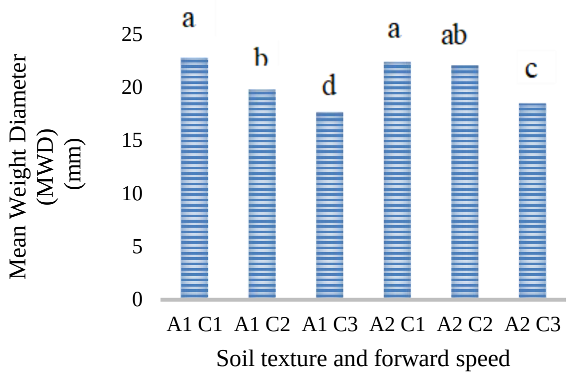
**: تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد

بزرگترین میانگین قطر متوسط کلوخه‌ها در تیمار بافت رسی‌لومی با سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت (A1C1) برابر ۲۲/۷۵ میلی‌متر است. کوچکترین میانگین قطر متوسط کلوخه‌ها در تیمار بافت رسی‌لومی و سرعت ۷ کیلومتر بر ساعت (A1C3) برابر ۱۷/۶۷ میلی‌متر است.



شکل ٦– مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها

Fig.6. Means comparison of interaction between soil texture and type of machine on Mean Weight Diameter



شکل ۷– مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و سرعت پیش‌روی بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها

Fig.7. Means comparison of interaction between soil texture and forward speed on Mean Weight Diameter

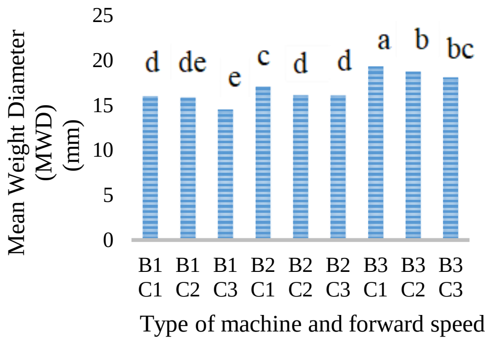
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد (شکل ۸) نشان داده شده است. بزرگ‌ترین میانگین قطر متوسط کلوخه‌ها در تیمار زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۲ در سرعت پیش‌روی ۵ کیلومتر بر ساعت (B3C1) برابر ۱۹/۳۳ میلی‌متر است. کوچک‌ترین میانگین قطر متوسط کلوخه‌ها در تیمار زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در سرعت پیش‌روی ۷ کیلومتر بر ساعت (B1C3) برابر ۱۴/۵۵ میلی‌متر است.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک، نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد در شکل ۹ ارائه شده است. بزرگ‌ترین قطر متوسط کلوخه‌ها در تیمار بافت سیلتی‌رسی‌لومی، زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۲ در سرعت پیش‌روی ۵ کیلومتر بر ساعت (A2B3C1) برابر ۲۰/۶۸ میلی‌متر مشاهده شد و کوچک‌ترین قطر متوسط کلوخه‌ها در تیمار بافت رسی‌لومی، زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در سرعت پیش‌روی ۷ کیلومتر بر ساعت (A1B1C3) برابر ۱۶/۰۶ میلی‌متر به‌دست آمد. سرعت پیش‌روی بالا موجب ضربه به خاک و افزایش عکس‌العمل بین ابزار و خاک می‌شود که مسلماً خرد شدن بیشتر را به دنبال دارد. کارتر (Carter, 2000) نیز نشان داد که میانگین قطر خاکدانه‌ها متأثر از سرعت پیش‌روی است. همچنین نتایج سایر محققین از جمله (Namdari *et al.*, 2010; Khaffaf and Khadr, 2008; Ming *et al.*, 2008) نیز تأییدکننده‌ی این مطلب است که افزایش سرعت پیش‌روی بر میانگین وزنی قطر کلوخه‌ها اثر کاهنده دارد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که به روی پشته بردن نیشکر با دستگاه زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه از نظر شاخص قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها نسبت به روش‌های دیگر بهتر عمل کرده است و خاکی با دانه‌بندی مناسب را برای رشد مجدد گیاه نیشکر فراهم کرده است.

همان‌طور که در شکل ۱۰، نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سرعت پیش‌روی ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک نشان می‌دهد، استفاده از سرعت پیش‌روی ۵ کیلومتر بر ساعت، جرم مخصوص ظاهری را به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌دهد. میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت برابر ۱/۱۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب است در حالی که با سرعت پیش‌روی ۷ کیلومتر بر ساعت این مقدار به ۱/۴۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب افزایش یافته است. علت آن است که با افزایش سرعت پیش‌روی، قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه، جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش می‌یابد.

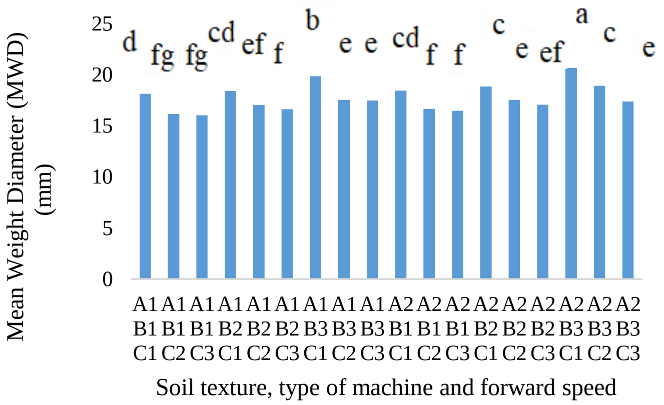
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک در شکل ۱۱ نشان داده شده است. بیشترین جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمار بافت سیلتی‌رسی‌لومی و زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۲ (A2B3) با مقدار ۱/۴۸ گرم در سانتی‌متر مکعب به‌دست آمد و کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری نیز در تیمار بافت رسی‌لومی و زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه (A1B1) برابر ۱/۰۹ گرم در سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. رنگیه و همکاران (Rangiah *et al.*, 1998) دریافتند که عملکرد نیشکر در وزن مخصوص ظاهری بین ۱/۵ تا ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش پیدا می‌کند. نتایج مشابهی توسط سریووستوا (Srivustuva, 1990) در وزن مخصوص ظاهری ۱/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب قبلاً گزارش شده بود. لرزاده و همکاران (Lorzadeh *et al.*, 2002)، حد بحرانی جرم مخصوص ظاهری خاک برای ریشه نیشکر را ۱/۸–۱/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌دست آوردند که با این حد از فشردگی خاک، ریشه‌ها به‌صورت سطحی و محدود رشد می‌کنند. با توجه به مقادیر ذکر شده در این

تحقیقات، مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک بعد از عملیات بـه روی پشته بردن نیشکر در مزارع مورد مطالعه در محدوده‌ی مناسـب رشـد ریشه قرار دارد.



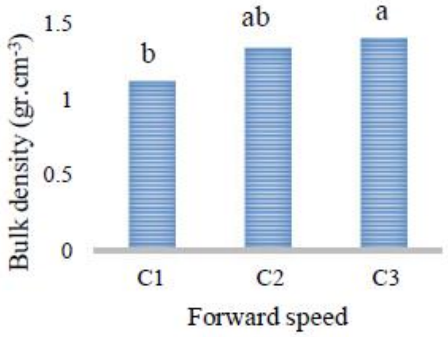
شکل ۸– مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها

Fig.8. Means comparison of interaction between type of machine and forward speed on Mean Weight Diameter



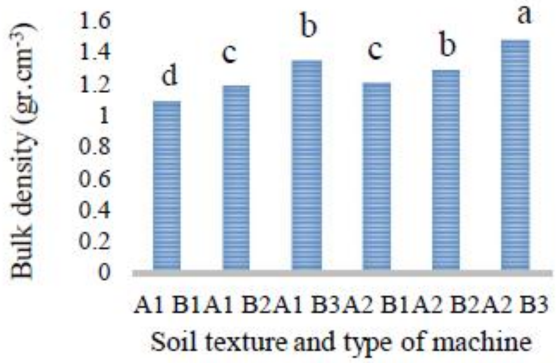
شکل ۹– مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک، نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها

Fig.9. Means comparison of interaction between soil texture, type of machine and forward speed on Mean Weight Diameter



شکل ۱۰– مقایسه میانگین اثر سرعت پیش‌روی بر جرم مخصوص ظاهری خاک

Fig.10. Means comparison of effect of forward speed on soil bulk density

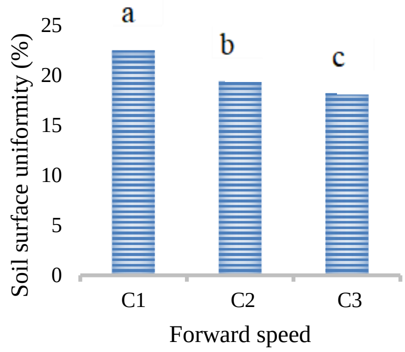


شکل ۱۱– مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر جرم مخصوص ظاهری خاک

Fig.11. Means comparison of interaction between soil texture and type of machine on soil bulk density

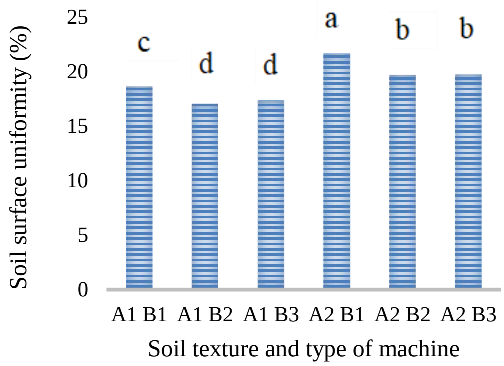
نتایج مقایسه میانگین اثر اصلـی سـرعت پـیش‌روی بـر ضـریب تغییرات یکنواختی سطح خاک بعـد از عملیـات بـه روی پشـته بـردن نیشکر نشان داد که کمترین ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک به تیمـار سـرعت پـیش‌روی ۷ کیلـومتر بـر سـاعت (۱۸/۲۲ درصـد) و بیشترین ضریب تغییرات یکنـواختی سـطح خـاک بـه تیمـار سـرعت پیش‌روی ۵ کیلومتر بر ساعت (۲۲/۵۰ درصد) تعلق دارد (شـکل ۱۲). همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک (شکل ۱۳)، کمتـرین ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک در مزرعه نیشکر در تیمار بافت رسی‌لومی و زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشـته بـردن نیشـکر شماره ۱ (A1B2) برابر ۱۷/۰۶ درصد به‌دست آمد. بیشـترین ضـریب تغییرات یکنواختی سطح خـاک در تیمـار بافـت سـیلتی‌رسـی‌لـومی و زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه (A2B1) برابـر ۲۱/۶۹ درصـد اندازه‌گیری شد. طبق نظر زند وکیلـی و همکـاران (Zandvakili *et al.*, 2015)، میزان قابل قبول ضریب تغییـرات در آزمـایش همـواری سطح عملیات خاک‌ورزی ۲۰ تا ۲۵ درصد است. بنابراین نتایج آزمـون

نشان از وضعیت مطلوب همواری سطح خاک در تیمارهای مورد مطالعه می‌دهد. عمرانی (Omrani, 2012)، متوسط ضریب تغییرات همواری سطح عملیات خاک‌ورزی نیشکر را ۴۴/۲ درصد به‌دست آورد که دلایلی از قبیل سرعت پیش‌روی نامناسب و بی‌تجربگی کاربران تراکتور و عدم توجه به تنظیمات تراز طولی و عرضی گاوآهن مورد استفاده را علت آن دانست.



شکل ۱۲– مقایسه میانگین اثر سرعت پیش‌روی ماشین بر ضریب یکنواختی سطح خاک

Fig.12. Means comparison of effect of forward speed on soil surface uniformity



شکل ۱۳– مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر ضریب یکنواختی سطح خاک

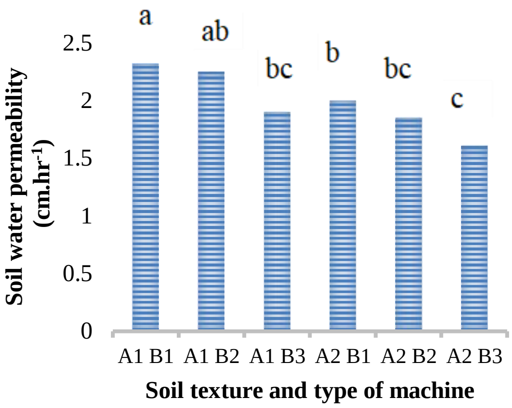
Fig.13. Means comparison of interaction between soil texture and type of machine on soil surface uniformity

نتیجه‌ی مقایسه میانگین اثر بافت خاک و نوع ماشین بر نفوذپذیری آب در خاک در شکل ۱۴ نشان داده شده است. بر این اساس، بیشترین و کمترین سرعت نفوذ آب در خاک پس از عملیات در تیمارهای بافت رسی‌لومی و زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه (A1B1) و بافت سیلتی‌رسی‌لومی و زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۲ (A2B3) به‌ترتیب برابر ۲/۳۲ و ۱/۶۱ سانتی‌متر بر ساعت به‌دست آمد. به عبارتی طبق جدول شاخص نفوذپذیری (جدول ۳)، استفاده از دستگاه زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در عملیات به روی پشته بردن نیشکر موجب تغییر نفوذپذیری از نسبتاً کند به متوسط گردیده است؛ این مطلب را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که به‌دلیل حرکت زیرشکن ده شاخه شدت پراکنش خاک بیشتر گردیده است. حرکت ساقه زیرشکن باعث ایجاد شکاف در محل عبور ساقه در کف جوی‌ها گردیده که در نتیجه موجب بیشتر شدن میزان نفوذپذیری آب در خاک گردیده است. علت آن است که در استفاده از زیرشکن، به دلیل شکسته شدن و خرد شدن لایه‌های سطحی و عمقی در خاک و تشکیل فضاهای بزرگ بین کلوخه‌ها و ترک‌های حاصله در عمق و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، ضمن افزایش حجم ذخیره آب در خاک، نفوذ آب در خاک به‌راحتی انجام می‌گیرد (Bouma, 1996). نتیجه مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و سرعت پیش‌روی بر نفوذپذیری آب در خاک در شکل ۱۵ نشان داده شده است. بیشترین سرعت نفوذ آب در خاک در بافت رسی‌لومی و سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت (A1C1) و کمترین میزان نفوذپذیری آب در خاک در تیمار بافت سیلتی‌رسی‌لومی و سرعت ۷ کیلومتر بر ساعت (A2C3) به‌ترتیب برابر ۲/۲۰ و ۱/۶۰ سانتی‌متر بر ساعت رخ داده است.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر نفوذپذیری آب در خاک نیز در شکل ۱۶ آمده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین و کمترین سرعت نفوذ آب در خاک در تیمارهای زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه و سرعت پیش‌روی ۵ کیلومتر بر ساعت (B1C1) و زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۱ و سرعت پیش‌روی ۷ کیلومتر بر ساعت (B2C3) به‌ترتیب برابر ۲/۱۵ و ۱/۶۰ سانتی‌متر بر ساعت بود. علت کاهش نفوذپذیری آب در سرعت‌های بالاتر به این خاطر است که شیارهای ایجاد شده در سرعت بالای دستگاه به‌وسیله‌ی ریزش دیواره‌های شیار سریع‌تر پر می‌گردند، در حالی که ثبات این شیارها در سرعت‌های پایین حرکت دستگاه در خاک ماندگارتر است. از طرفی دستگاه‌های به روی پشته بردن نیشکر شماره ۱ و ۲ به‌خاطر شکل هندسی خاص و فشردگی که در کف جوی به‌وجود می‌آورند، باعث کاهش سرعت نفوذ آب در خاک می‌شوند.

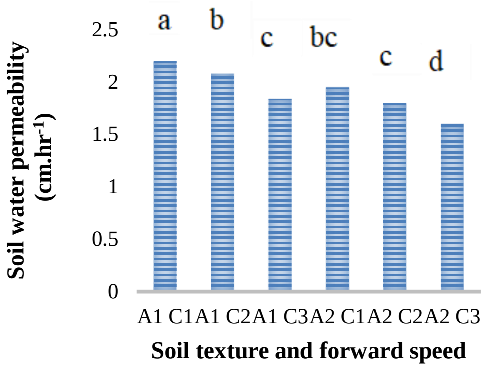
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر اندازه عمق جوی (ارتفاع پشته) در شکل ۱۷ ارائه شده است. ارتفاع مناسب برای پشته‌های ساخته شده در عملیات معمولاً بین ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد (شکل ۱۸). در تیمارهای مورد بررسی نیز میانگین ارتفاع پشته‌های ساخته شده بین ۹/۲۲ تا ۱۵/۴۶ سانتی‌متر متغیر بود

که نشان‌دهنده‌ی اندازه‌ی مناسب آن‌ها است. بنابراین از نظر ارتفاع پشته‌های ساخته شده مشکل خاصی وجود ندارد. اما علاوه بر ارتفاع، شکل ظاهری پشته‌ها نیز اهمیت دارد.



شکل ١٤– مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و نوع ماشین بر نفوذپذیری آب در خاک

Fig.14. Means comparison of interaction between soil texture and type of machine on soil water permeability



شکل ۱۵– مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و سرعت پیش‌روی بر نفوذپذیری آب در خاک

Fig.15. Means comparison of interaction between soil texture and forward speed on soil water permeability

جدول ۳– شاخص و میزان نفوذ پذیری آب در خاک (نصیریان، ۱۳۸۷)

Table 3- Index of soil water permeability (Nasirian, 2008)

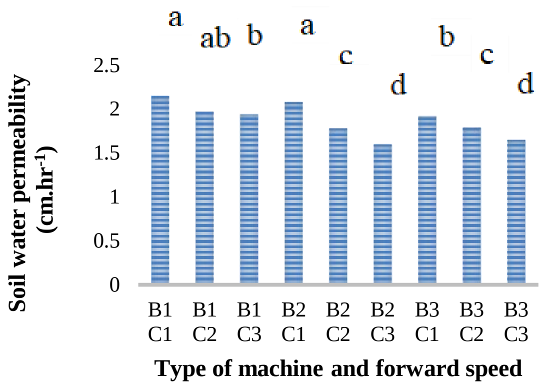
شاخص نفوذپذیری Inex of permeability	نفوذپذیری Soil water permeability (cm.hr^{-1})
Very slow خیلی کند	< 0.127
Slow کند	0.127-0.5
Relatively slow نسبتاً کند	0.5-2
Medium متوسط	2-6.35
Relatively fast نسبتاً سریع	6.35-12.7
Fast سریع	12.7-25

در تیمار زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در عملیات پشته‌سازی و خاک‌ریزی پای بوته گاهاً در مزارع، قسمت‌هایی وجود دارد که این عملیات به خوبی انجام نمی‌شود و دستگاه از توانایی کافی برخوردار نیست و وسط پشته‌های ایجاد شده گود می‌باشد (شکل ۱۹) که خود در عملیات برداشت باعث عدم کف‌بری مناسب نیشکر می‌گردد. به همین خاطر برای رفع این مشکل لازم است عملیات به روی پشته بردن نیشکر در سرعت پیش‌روی و رطوبت مناسب انجام شود تا خاک به خوبی روی ردیف‌های نیشکر قرار گیرد و شکل ظاهری مناسب پشته، حفظ گردد.

نتیجه‌گیری

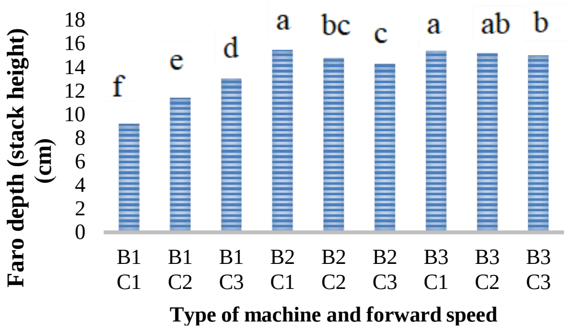
طی عملیات به روی پشته بردن نیشکر، جای پشته و جوی در مزرعه عوض می شود و ردیف های نی از کف جوی به روی پشته انتقال می‌یابند. این آزمایش به‌منظور ارزیابی سه روش مختلف به روی پشته بردن نیشکر در دو بافت خاک و سه سرعت پیش‌روی متفاوت روی خواص فیزیکی خاک شامل قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، وزن مخصوص ظاهری خاک، هموازی سطح خاک، نفوذپذیری آب در خاک و اندازه عمق جوی (ارتفاع پشته) در مزارع کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر خوزستان انجام گردید. نتایج نشان داد، استفاده از زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در عملیات به روی پشته بردن نیشکر در بافت رسی‌لومی و سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت، جرم مخصوص ظاهری خاک را نیز به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌دهد. کمترین ضریب تغییرات یکنواختی سطح خاک مزرعه در تیمار به روی پشته بردن نیشکر با زیرشکن ۸ شاخه+ دستگاه به روی پشته بردن نیشکر شماره ۱ در بافت رسی‌لومی و سرعت پیش‌روی ۷ کیلومتر بر ساعت به‌دست آمد. بیشترین سرعت نفوذپذیری آب در

خاک پس از عملیات به روی پشته بردن با زیرشکن ۶ شاخه+ زیرشکن ۱۰ شاخه در بافت رسی‌لومی ۲/۳۲ سانتی‌متر بر ساعت به‌دست آمد. با توجه اهمیت عملیات به روی پشته بردن در زراعت نیشکر و به منظور تکمیل نتایج این آزمایش، موارد ذیل که امکان بررسی آن‌ها در این پژوهش وجود نداشت، پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۱٦– مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر نفوذپذیری آب در خاک

Fig. 16. Means comparison of interaction between type of machine and forward speed on soil water permeability



شکل ۱۷– مقایسه میانگین اثر متقابل نوع ماشین و سرعت پیش‌روی بر اندازه‌ی عمق جوی

Fig. 17. Means comparison of interaction between type of machine and forward speed on furrow depth



شکل ۱۸– اندازه مناسب عمق جوی (ارتفاع پشته)

Fig. 18. Suitable size of furrow depth (stack height)



شکل ۱۹– عدم خاک‌ریزی مناسب پای بوته در عملیات به روی پشته بردن نیشکر

Fig. 19. Lack of proper embankment of the plant's foot in the hilling up operation

– تأثیر استفاده از روش‌های مختلف به روی پشته بردن، در بازده‌ی محصول نیشکر بررسی شود.
– تأثیر استفاده از دستگاه‌های مختلف به روی پشته بردن در میزان توان کششی، راندمان کار و زمان مورد نیاز برای انجام کار، میزان مصرف سوخت، هزینه به موقع انجام شدن کار و هزینه نگهداری و تعمیرات در عملیات به روی پشته بردن نیشکر بررسی شود.
– با افزایش رطوبت خاک میزان تأثیر عملیات به روی پشته بردن نیشکر در بهبود خواص فیزیکی خاک کمتر می گردد، بنابراین پیشنهاد می‌گردد عملیات به روی پشته بردن در رطوبت‌ها و زمان مناسب مورد مطالعه قرار گیرد و در این خصوص بهتر است با انجام آزمایش، حد بهینه‌ی رطوبت خاک جهت انجام این عملیات مشخص گردد.
– با توجه به این‌که استقرار علف‌های هرز چند ساله ریزوم‌دار (حلفه، خیزران و غیره) از مشکلات روز کشت و صنعت‌های نیشکر می‌باشد، تأثیر عملیات به روی پشته بردن نیشکر در کنترل آن‌ها به‌عنوان مبارزه مکانیکی، ضمن انجام عملیات مورد مطالعه قرار گیرد.
– طراحی، ساخت و استفاده از دیگر ماشین‌ها نیز می‌تواند در افزایش بازدهی عملیات به روی پشته بردن نیشکر یک فاکتور بسیار مهم باشد.
– در آزمایش‌های مشابه ارقام دیگر نیشکر که در خوزستان کشت می‌شوند، مورد آزمایش قرار گیرند. زیرا همان‌طور که گیاهان مختلف نسبت به سطوح مختلف عملیات به روی پشته بردن عکس‌العمل‌های مختلفی دارند، شاید این عکس العمل ها در ارقام مختلف نیشکر نیز متفاوت باشد.
– آزمایش‌های مشابهی با بافت‌های خاک متفاوت می‌تواند نتایج متفاوتی را برجای بگذارد. بنابراین این آزمایش‌ها در بافت‌های مختلف موجود در کشت و صنعت‌های نیشکر انجام شوند.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی به شماره ۱۳۳۰ از محل اعتبارات پژوهانه واحد پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز می باشد. بنابراین نویسندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز بابت تأمین هزینه‌های این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

References

1. Abbaspour Gilandeh, Y., and A. R Shayegani Soltan pour. 2014. Soil cone index prediction using artificial neural networks model and its comparison with regression models. Journal of Soil Management and Sustainable Production 4 (2): 187-204. (In Persian).
2. Abdullahi Lorestani, S., Sh. Lorzadeh, and Q. Fathi. 2012. Investigation of the possibility of using helping operations in the management of weeds in sugarcane fields. 12th Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran, September 6-14, Islamic Azad University, Karaj Branch. (In Persian).
3. Adam, K. M., and D. C. Erbach. 1992. Secondary tillage tool effect on soil aggregation. Transactions of the ASAE, 35 (6): 1771-1776.
4. Afzalinia, S., and A. Ziaee. 2020. Cotton yield and water poductivity affected by conservation tillage and irrigation methods in cotton-wheat rotation. Journal of Agricultural Machinery 10 (1): 103-114. DOI: http://dx.doi.org/10.22067/jam.v10i1.76229.
5. Aghilinategh, N., M. Rezaei, and R. Tabatabaei kolor. 2019. Effect of depth and puddling intensity on engineering properties of clay loam soil. Iranian Journal of Biosystem Engineering 50 (2): 367-374. (In Persian). DOI: 10.22059/ijbse.2018.225241.665068.
6. Ahmad, N., A. Zada, A. Ali, and M. Junaid. 2015. Effect of earthing up procedure on enhancement in yield of different groundnut varieties planted under agro-climatic conditions of Malakand division. Journal of Agriculture and Environmental Sciences 4 (1): 181-184. DOI: 10.15640/jaes.v4n1a22.
7. Ahmadpour, S. R., H. Alizadeh, and N. Majnoon Hosseini. 2010. Integrating of Hilling up and Cultivation with Banded Spraying in Weed Management in Sugarcane Fields. Iranian Journal of Crop Science 41 (4): 719-729. (In Persian).
8. Bouma, H. 1996. Compaction and subsoiling effects on sugarcane yield and physical properties. Transcations of the ASAE 39 (5): 1641-1649.
9. Carter, M. R. 2000. Soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science, 823 p.
10. Dagne, Z. 2015. Effect of seed tuber size and plant spacing on yield and quality of potato in Holetta. MSc Thesis Summitted to Haramaya University.
11. Dev, C. M., R. N. Meena, A. Kumar, and G. Mahajan. 2011. Earthing up and nitrogen levels in sugarcane ratoon under subtropical Indian condition. Indian Journal of Sugarcane Technology 26 (1): 1-5.
12. Eskandari, I., and V. Feizias. 2017. Influence of conservation tillage on some soil physical properties and crop yield in vetch-wheat rotation in Dryland Cold region. Journal of Agricultural Machinery 7 (2): 451-467. (In

Persian). DOI: http://dx.doi.org/10.22067/jam.v7i2.50933.
13. Fleissner, K. 2001. Management practices and preferences of Bambara groundnut producers in Oshana Region, North Central Namibia. In: Sesay, A., Edje, O. T. and Cornelissen, R. (Eds.). Proceedings of a mid-project workshop, University of Swaziland. Pp.47-53.
14. Gutema, C. 2016. Effect of earthing up frequencies and tuber seed form on yield and profitability of potato (*Solanum Tuberosum*) production in Bale Highlands. Agricultural Research & Technology 2 (4): 96-101. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2016.02.555592.
15. Hossain, I. 2014. Effect of whole and cut seed tubers on the growth and yield of eight germplasm of potato. MSc Thesis Submitted to Bangladesh Agricultural University.
16. Hossain, M. A., M. A. Mrnnan, M. I. Nazrul, and M. A. Larma. 2000. Barthing up as a cultural practice for the management of sweet potato weeyil (*Cylaf Formtcartus* f.). Journal of Agricultural Science andTechnology 1 (1): 71-73.
17. Khaffaf, A., and A. Khadr. 2008. Effect of some primary tillage implement on soil pulverization and specific energy. Misr Journal of Agricultural Engineering 25 (3): 731-745.
18. Lorzadeh, Sh., H., Nadiyan, A., Bakhshandeh, Gh. Noormohamadi, and F. Darvish. 2002. Effects of different levels of soil compaction on yield, yield components and sucrose in sugarcane cv. CP 48-103, in Khuzestan. Iranian Journal of Crop Sciences 4 (1): 36-47. (In Persian). DOR: 20.1001.1.15625540.1381.4.1.4.5.
19. Madhu, G., S. I. Halikatti, R. B. Khandagave, and M. P. Potdar. 2017. Effect of methods of fertilizer applications, fertilizer levels and split application of potassium on available nutrient status and nutrient use efficiency in sugarcane. International Journal of Chemical Studies 5 (6): 1043-1051.
20. Mhungu, S. and Z. A. Chiteka. 2010. The effect of timing of earthing up on the performance of four Bambara groundnut landrace cultivars in the MutasaDistrict of Manicaland Province in Zimbabwe. Second RUFORUM Biennial Meeting 20-24 September 2010, Entebbe, Uganda.
21. Ming, G., L. You-Jin, W. Zi-Fang, T. Xiao-Hong, and W. Chao-Fu. 2008. Effect of tillage system on distribution of aggregates and organic carbon in a hudragric anthrosol Pedosphere. Pedosphere 18 (5): 574-58. DOI:10.1016/S1002-0160(08)60051-X.
22. Namdari, M., Sh. Rafiei, and A. Jafari. 2010. Investigation of the effect of tractor depth and speed on plowing characteristics. 6th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering. (In Persian).
23. Nasirian, A. 2008. Evaluation of the application of conventional submersibles and vibration on porosity, penetration resistance and soil permeability and conducting operations of reconnaissance operations in agriculture and industry of Dabal Khazaei Khuzestan. Master Thesis in Agricultural Mechanization Engineering, Islamic Azad University, Shushtar Branch. (In Persian).
24. Omrani, A. 2012. Investigation of the situation of agricultural machinery management in sugarcane cultivation (Case study of Amirkabir agro-industry). Master Thesis in Agricultural Mechanization Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Persian).
25. Ouedraogo, M., B. Zagre, S. Thorndal, and F. Liu. 2012. Effect of mounding times on yield of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) landraces in Sahel-Burkina Faso. African Journal of Agricultural Research 7: 4505-4511. DOI:10.5897/AJAR12.974.
26. Patil, P. B., V. A. Kamble, and S. V. Chavan. 2018. Effect of soil forces on ridger plough under different working conditions during earthing up operation of sugarcane. International Research Journal of Engineering and Technology 5 (5): 4081- 4083.
27. Raina, S., and J. P. Singh. 2018. Design and development of weeding-cum-earthing-up equipment. International Journal of Agricultural Engineering 11 (2): 324-327. DOI: 10.15740/HAS/IJAE/11.2/324-327.
28. Rangiah, P. K., R. Duraj, and S. Renugo palan. 1988. Biofertilizer for suger cane proc-51st. Ann. Conv sugar tech-Assoc.india, 101-107 pp.
29. Rezaei, Gh., and H. Zarei. 2013. Comparison of the application of herbicidal PVC herbicides and common methods of progressive control with cheese herbicide in new sugarcane farms. 5th Iranian Weed Science Conference. September. Agricultural Campus of Tehran University. (In Persian)
30. Sakadzo, N., F. Tafirenyika, and K. Makaza. 2019. Effects of time of earthing up on yield and yield parameters of Irish potato (*Solanum Tuberosum* L.) in Zaka district. Zimbabwe. Agricultural Science 1 (1): 39-46. DOI: https://doi.org/10.30560/as.v1n1p39.
31. Sedaghat Hosseini, M., and H. Saebi Fard. 2006. Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment: principles and applications. Written by Frank M. Inz. Fourth Edition, Agricultural Education Publishing, Tehran, Pages 326-334. (In Persian).
32. Shrinivasa, D. J., V. D. Paradkar, and S. L. Rathod. 2018. Development and evaluation of mechanical earthing up equipment for groundnut crop. International Journal of Agricultural Engineering 10 (1): 118-123. DOI: 10.15740/HAS/IJAE/10.1/118-123.
33. Singh, P., S. N. Singh, A. K. Tiwari, S. K. Pathak, A. K. Singh, S. Srivastava, and N. Mohan. 2019. Integration of sugarcane production technologies for enhanced cane and sugar productivity targeting to increase farmers' income:

strategies and prospects. Biotech 9 (48): 1-15. DOI: 10.1007/s13205-019-1568-0.
34. Srivustuva, H. 1990. Compaction effect on root growth in sugarcane tropical agriculture, 67: 382-383.
35. Suwanarak, K. 1990. Weed management in sugarcane in Thailand. BIOTROP Special Publication, 38: 199-214.
36. Svubure, O., P. C. Struik, A. J. Haverkort, and J. M. Steyn. 2015. Yield gap analysis and resource footprints of Irish potato production systems in Zimbabwe. Field Crops Research 178: 77-90. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.04.002.
37. Zandvakili, B., A. Bahadori, J. Saudi, A. Saeedi, Sh. Heydarian, and A. Karami. 2015. Sugarcane from experience to standard. First edition, Kordgar Publishing, Ahvaz, Pp. 56-93. (In Persian).